

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-037707

(43)Date of publication of application : 19.02.1991

(51)Int.Cl.

G06F 3/03

(21)Application number : 02-168603

(71)Applicant : INTERNATL BUSINESS MACH CORP &lt;IBM&gt;

(22)Date of filing : 28.06.1990

(72)Inventor : BENNETT WILLIAM E  
BOIES STEPHEN J  
DAVIES ANTHONY R  
ETZOLD KARL-FRIEDRICH  
RODGERS TODD K

(30)Priority

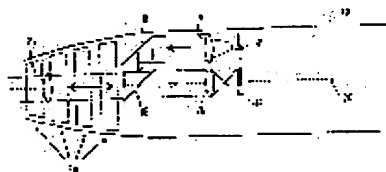
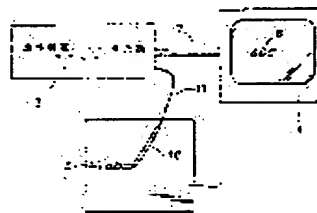
Priority number : 89 373298 Priority date : 28.06.1989 Priority country : US

## (54) STYLUS LOCATOR AND DATA INPUT SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To realize a high-resolution input by providing a means, which distinctly demarcates boundaries of individual tablet address cells(TAC), and a means which generates a complete TAC data pair (X-Y coordinates) from each unit of sampled TAC data.

CONSTITUTION: A pen 10 includes an illumination source 12 and an optical pickup means 14 which senses digitized X-Y coordinate data which is encoded in the binary notation and is stored on a tablet 1. This system illuminates a prescribed area of the tablet 1 and reads digitized X-Y coordinate data stored there to automatically determine the pen position on the tablet 1. Consequently, a maximum of 2500000 digitized coordinates per 1cm<sup>2</sup> are encoded on the tablet surface to give a high resolution. Thus, this system is adapted to high-quality graphic data input of a hand-written text or the like.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-37707

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

G 06 F 3/03

識別記号

3 3 0 Z

庁内整理番号

7629-5B

⑭ 公開 平成3年(1991)2月19日

審査請求 有 請求項の数 15 (全19頁)

⑮ 発明の名称 スタイラス・ロケータ及びデータ入力システム

⑯ 特 願 平2-168603

⑰ 出 願 平2(1990)6月28日

優先権主張 ⑱ 1989年6月28日 ⑲ 米国(US) ⑳ 373298

㉑ 発 明 者 ウィリアム・エドワード・パネット アメリカ合衆国ニューヨーク州マホバック、インディアナ・ヒル・ロード(番地なし)

㉒ 発 明 者 ステイブン・ジョイ・ボイズ アメリカ合衆国ニューヨーク州マホバック、ボックス18、アヴアリエール・ロード(番地なし)

㉓ 出 願 人 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州 アーモンク(番地なし)

㉔ 代 理 人 弁理士 山本 仁朗 外1名  
最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称 スタイラス・ロケータ及びデータ入力システム

2. 特許請求の範囲

(1) 電子コンピュータ・システムと共に使用されるスタイラス・ロケータ及びデータ入力システムであって、

前記スタイラスがタブレットの表面を通過するとき受動ディジタル化タブレットからの絶対的2進位置データを検出するための、照明源及びピックアップ手段を含む光スタイラス、

各TACが前記タブレットの表面上にTACの絶対位置を定義するディジタル・コード化されたX-Y座標対を含む、前記光スタイラス部材と共に使用される、タブレット・アドレス・セル(TAC)の複数の離散セットをその上に永続的に記録し、その表面全体に分散させた、受動ロケータ・タブレット、

TACの密度が少なくとも1平方インチ当り2

50,000個である、前記タブレット上の、個々のTACの境界を明確に面定するための手段、

前記スタイラスがタブレットの表面を通過するとき、前記スタイラスによってピックアップされるTACデータを定期的にサンプリングする手段、及び

サンプリング速度が少なくとも毎秒125個である、サンプリングされたTACデータの各単位から完全なTACデータ対(X-Y座標)を生成するためのデータ生成手段、

を組み合わせる含む、スタイラス・ロケータ及びデータ入力システム。

(2) 前記データ生成手段が、前記境界面定手段を利用して、任意のサンプリング期間中に、任意の隣接TACからのデータは無視して、スタイラスの近似中心で完全なTACデータ対を生成する手段を含むという、

特許請求の範囲第(1)項に記載のスタイラス・ロケータ及びデータ入力システム。

(3) 前記データ生成手段が、前記境界面定手段を

## 特開平3-37707(2)

利用して、タブレットに対するスタイラスの回転方向とは無関係に前記TACデータを生成する手段を含むという、

特許請求の範囲第(2)項に記載のスタイラス・ロケータ及びデータ入力システム。

(4) 前記コードが個々の各TAC領域上に分散された2次元DC均衡2進コードを含むという、

特許請求の範囲第(1)項に記載のスタイラス・ロケータ及びデータ入力システム。

(5) 前記コードが、それぞれX高、X低、Y高及びY低アドレスを表す4つの象限に編成され、前記のコード象限の所定の1つが、他の3つの象限とは異なる数(多いまたは少ない)のコード化2進"1"をもつという、

特許請求の範囲第(4)項に記載のスタイラス・ロケータ及びデータ入力システム。

(6) 前記スタイラス・ピックアップ手段が、タブレットの両方の軸に沿って複数のTACを感知するのに十分な視野をもつという、

特許請求の範囲第(1)項に記載のスタイラス・

ロケータ及びデータ入力システム。

(10) 前記データ生成手段が、前記TACデータを含む前記メモリを探索する手段を含み、

前記探索手段が、

前記メモリ中でその中心から始めてらせん形探索を実行して、2つのコーナ・ドットが見つかるまで前記探索を継続し、それらの座標を記憶する手段と、

残り2つのコーナの近似な位置を予想する手段と、

その予想位置から始めて前記第3のコーナのらせん形探索を実行する手段と、

その予想位置から始めて第4のコーナ・ドットのらせん形探索を実行する手段と、

前記第3及び第4のコーナの位置を記憶する手段と、

特定のコーナ・ドットが見つからない場合は探索を省略する手段と、

X-Y座標データから前記4つの象限を取り出すために、前記4つのコーナ・ドットで境界を画

ロケータ及びデータ入力システム。

(7) 前記データ生成手段が、ビデオ・メモリと、前記スタイラスによってサンプリングされたTACデータの各単位の複数画素ビデオ・イメージを記憶する手段とを含み、前記メモリ及びスタイラス光学系の細分性が、そこに記憶されたコード・ドット・イメージが両方の方向に複数画素の幅となるような値であるという、

特許請求の範囲第(8)項に記載のスタイラス・ロケータ及びデータ入力システム。

(8) TAC境界面定手段が、互いに対角線方向に配置され、X-Y座標データを含むコード・ドットから識別可能な4つのコーナ・ドットを含むという、

特許請求の範囲第(7)項に記載のスタイラス・ロケータ及びデータ入力システム。

(9) 4つのTAC境界面定コーナ・ドットが前記メモリ中でコード・ドットの少なくとも2倍の画素を占めるという、

特許請求の範囲第(8)項に記載のスタイラス・

定された領域において前記メモリ中のデータ獲得探索を開始する手段とを含む、

特許請求の範囲第(8)項に記載のスタイラス・ロケータ及びデータ入力システム。

(11) 前記データ獲得及び探索手段が、

TAC領域で連続線を走査し、プレーゼンハム探索手順を用いて2進値を表すコード・ドットの位置を取り出す手段と、

取り出した完全なTACデータ・フィールドを4つの象限に区分する手段と、

所定のコード象限を決定する手段と、

テーブル・ルックアップ手段中で前記TACで表されるX-Y座標を含む4つのデータ象限を次々にルック・アップする手段とを含む、

特許請求の範囲第(10)項に記載のスタイラス・ロケータ及びデータ入力システム。

(12) 電子コンピュータ・システムと共に使用するスタイラス・ロケータ及びデータ入力システムであって、

前記スタイラスがタブレットの表面を通過する

ときに受動デジタル化タブレットからの2進絶対位置データを検出するための、照明源及びピックアップ手段を含む光スタイラス、

各TACが、前記タブレットの表面上にTACの絶対位置を定義するデジタル・コード化されたX-Y座標対を含む、前記光スタイラス部材と共に使用される、タブレット・アドレス・セル(TAC)の複数の離散セットをその上に永続的に記録し、その表面全体に分散させた、受動ロケータ・タブレット、

個々のTACの境界を明確に画定する手段、

前記スタイラスがタブレットの表面を通過するとき、前記スタイラスによってピックアップされるTACデータを定期的にサンプリングする手段、及び

サンプリング速度が少なくとも毎秒125個である、サンプリングされたTACデータの各単位から完全なTACデータ対(X-Y座標)を生成するための、データ生成手段を組み合わせて含む、

前記データ生成手段が、前記TAC境界画定手

(14)前記データ生成手段が、前記TACデータを含む前記メモリを探索する手段を含む、

前記探索手段が、

前記メモリ中でその中心から始めてらせん形探索を実行して、最初の2つのコーナ・ドットが見つかるまで前記探索を継続し、それらの座標を記憶する手段と、

残り2つのコーナの近似位置を予想する手段と、

その予想位置から始めて前記第3のコーナのらせん形探索を実行する手段と、

その予想位置から始めて第4のコーナ・ドットのらせん形探索を実行する手段と、

前記第3及び第4のコーナの位置を記憶する手段と、

特定のコーナ・ドットが見つからない場合は探索を省略する手段と、

X-Y座標データの前記4つの象限を取り出すために、前記4つのコーナ・ドットで境界を画定された領域において前記メモリ中のデータ獲得探索を開始する手段とを含む、

段を利用して、任意のサンプリング期間中に、任意の隣接TACからのデータは無視して、スタイラスの近似中心で前記の完全なTACデータ対を生成する手段と、ビデオ・メモリと、前記スタイラスによってサンプリングされたTACデータの各単位の複数画素ビデオ・イメージを記憶する手段とを含む、前記メモリ及びスタイラス光学系の細分性が、そこに記憶されたコード・ドット・イメージが両方向に複数画素の幅となるような値であるという、

スタイラス・ロケータ及びデータ入力システム。

(13)前記スタイラス・ピックアップ手段が、タブレットの両方の軸に沿って複数のTACを見る手段を備えており、

前記TAC境界画定手段が互いに対角線方向に配置され、X-Y座標データを含むコード・ドットから識別可能な4つのコーナ・ドットを含むという、

特許請求の範囲第(12)項に記載のスタイラス・ロケータ及びデータ入力システム。

特許請求の範囲第(13)項に記載のスタイラス・ロケータ及びデータ入力システム。

(15)前記データ獲得及び探索手段が、

TAC領域で連続線を走査し、プレーゼンハム探索手順を用いて2進値を表すコード・ドット的位置を取り出す手段と、

取り出した完全なTACデータ・フィールドを4つの象限に区分する手段と、

含まれる2進数"1"の数に基づいて、所定のコード象限を決定する手段と、

テーブル・ルックアップ手段中で前記TACで表されるX-Y座標を含む4つのデータ象限を次々にルックアップする手段とを含む、

特許請求の範囲第(14)項に記載のスタイラスロケータ及びデータ入力システム。

### 3. 発明の詳細な説明

#### A. 産業上の利用分野

本発明は、コンピュータ・システムでビデオ表示サブシステムと一緒に通常使用される2次元データ入力装置に関し、具体的には、適切なタブレ

トまたは表面にスタイラスの移動パターンを記憶または表示するのに直接利用できる、X-Y位置情報を作成するためのこうした装置に関する。

#### B. 従来の技術

手書きテキスト、記号、図面などの図形データを入力するためのX-Y図形入力装置は、コンピュータ技術では比較的周知である。そうした装置では、タブレット上のスタイラスの瞬間位置をタブレット表面上でのスタイラスの絶対位置を表すX-Y座標に変換することが望まれている。広く利用されるようになってきた、平坦な画面表示装置の表面上に直接またはその上方に取り付けることのできる透明X-Yディジタル入力タブレットを備えることもしばしば望まれている。現在利用できる透明ディジタル化タブレットは、解像度、精度、通常のオフィス環境における頑丈さ及び価格の点で、手書きテキストの認識に適していないことがわかっている。無線周波数で動作する誘導タブレットは、オフィスによくあるコンピュータ・システム表示端末や他の発生源からの周囲電

気ノイズ、並びにユーザの手や腕輪など近くの金属物体からの電磁界の歪みに伴う問題を生じる傾向がある。位置決定のために抵抗性表面を利用するタブレットは、均一な抵抗率を得るのが製造上難しく、埃、湿気、老化により時間が経つと抵抗率が変化しやすい。音響タブレットは、表面に手が接触することにより歪みを受け、容量性タブレットも同様である。レーザ走査タブレットは、かさばり、高価で、騒音が激しく、潜在的に信頼できない機械部分をもつ。こうしたタブレットはすべて、ケーブルによってコンピュータ・システムに接続しなければならない能動タブレット表面をもち、一般に、筆記手段の使用が単一タブレットに制限される。本発明のシステムは、こうした問題をすべて回避するものである。

従来技術には、データを様々な形でビデオ表示システムに入力する様々なスタイラス・タブレット入力システムが数多くある。ビデオ表示装置にX-Y情報を供給できるシステムの大半は、能動タブレットを利用し、スタイラス位置を感知する

手段がタブレット自体に組み込まれており、タブレットとシステムとの間の物理的接続が必要である。こうしたシステムは、受動スタイラスを利用するにすぎないが、当技術分野で既知のシステムのうちには、能動スタイラスとタブレットの両方を必要とするものもある。

不活性タブレットまたは受動タブレットの分野の従来技術は、2種類に分かれている。第1のものは、実際にはペン入力システムではないが、単に非特異的なタブレットまたは表面を使用し、周知のマウス入力など相対位置データをシステムに入力する手段を利用するものであろう。しかし、こうしたシステムは、それで動作できるだろうが、手書きデータなどの入力には実用的でない。

第2のクラスのタブレットは、通常スタイラス型のピックアップ装置を利用するものであろうが、タブレット表面の所定の原点から始まるスタイラスの相対位置を与え、スタイラスが表面上を移動するときに、格子線などによってXまたはY方向のスタイラスの相対移動を示す、物理的ピックアッ

プ手段を設けるものである。こうしたシステムは、十分に高密度のデータを作成できない。たとえば、手書き文字や複雑かつ詳細な図形図面などの応用例には解像度が不足する。

タブレットの表面上にスタイラスがあるとタブレットの物理的または電気的パラメータが変わるという、能動タブレットを利用した様々な形式のディジタル化タブレット・スタイラス・システムが多数ある。しかし、こうしたシステムのタブレットは、かなりかさばり、通常不透明である。これらのシステムも、解像度が不足し、サンプリング速度が低く、かなり精度が悪く、生成される値が変化し、一般に手書きテキスト入力などの応用例には適していない。

能動タブレットを利用した様々な形式のディジタル化タブレット・スタイラス・システムが多数ある。

以下の8件の特許は、現在の最新技術のタブレット・スタイラス・データ入力システムの例であり、本発明とそれらの違いはざっと検討すれば明らか

であるので、詳しくは述べない。

米国特許第4847771号、第4548347号、第4521773号、第4521772号、第4409479号、第4390873号、第4364035号、第4543571号明細書。

S. K. ホー (Hoo) の論文「座標ロケータ (Coordinate Locator)」IBMテクニカル・ディスクロージャ・ブルテン、Vol. 18、No. 5 (1975年10月)、pp. 1498-1499は、一般にX-Y位置データをその中に記憶した受動タブレットを開示している点で本発明と全般的概念が類似した、光学式スタイラスと受動ディジタル化タブレット・システムを開示している。上記の論文はまた、表面を照射しかつペンの領域にあるX-Yデータを取り出すライト・ペンも開示している。しかし、上記論文を読むと気付くように、本発明で予期される密度のX-Yデータを供給する方法は開示されていない。実際には、上記論文のシステムは、実はカーソル位置指定装置であり(たとえば、「位置指定機能」)、上記

の手書きテキストなど生データ入力の実用例のためにペンを使用することを予測していない。また接触スイッチ11は、これが連続位置データ入力装置ではなく、指示/読取り装置であることを示している。さらに、限られた量のデータ処理電子機器しか示されていない、こうした装置のサンプリング速度を厳しく制限するようなビデオ技術が示されていることにも留意されたい。明らかに、ピックアップ装置またはペンは、この表面上でのデータの方角に関して適切に配向されるものと思われる。したがって、ペンがタブレットに対して非直角方向に向いている状況処理する手段は開示も示唆もされていない。

また、上記論文の日付からわかるように、1平方インチ当たり数千の座標より秀れた充填の密度を得る手段は知られていなかったが、今回開示するシステムでは、コンパクト・ディスク技術で使用されているような記録技術を用いて1平方インチ当たり最高数十万の座標が可能である。

A. S. マーフィー (Murphy) と J. A. ワイ

ズマン (Viseman) の論文「光学式ディジタル化スタイラス (Optical Digitizing Stylus)」IBMテクニカル・ディスクロージャ、Vol. 27、No. 5 (1984年10月)、pp. 2806-2807には、光源と非常に粗いピックアップ装置の両方に光ファイバを利用する点で、本発明と若干の点で類似した光学式スタイラスが開示されている。しかし、そのスタイラスは、「光システムに移動方向の検出を可能ならしめる様々な色のX軸とY軸の線をもつ」タブレット上のデータをピックアップするように意図されている。したがって、上記論文に開示されたシステムは、基本的に、本発明の場合のように特定のX-Y座標を与えるのではなく、交差したX軸またはY軸の線の数で相対的移動情報を提供するシステムである。

#### C. 発明が解決しようとする課題

本発明の目的は、光学式スタイラス及び受動ディジタル化タブレットを含む表示システム、コンピュータなどのデータ入力機構を提供することに

ある。

本発明の目的には、タブレット表面上のスタイラスの瞬間位置に関係するディジタル化座標コード入力を直接かつ連続して生成する、こうしたシステムを提供することも含まれる。

本発明の目的には、透明タブレット上に直線1インチ当たり少なくとも500の座標コード対という極めて高密度のディジタル化座標コード・データがあることを特徴とする、こうしたシステムを提供することも含まれる。

本発明の目的には、スタイラスの回転または傾斜角(スタイラス/タブレット)が制約されていない、こうしたスタイラスタブレット・データ入力システムを提供することも含まれる。

本発明の目的には、高解像度入力の応用例用に独自に適合された、頑丈で、正確で、高いサンプリング速度を提供し、現在利用できる技術で妥当な価格で作成できる、スタイラスタブレット・データ入力システムを提供することも含まれる。

## D. 課題を解決するための手段

本発明の目的は、一般にビデオ表示システムなどのためのディジタル化座標スタイラス位置データを生成する、スタイラス及びタブレットX-Yデータ入力システムによって実施される。ペンは、照明源と、2進形でコード化されたタブレット上に記憶されたディジタル化X-Y座標データを感知する光ピックアップ手段とを含む。このシステムは、タブレットの所定の領域を照射してそこに記憶されたディジタル化X-Y座標データを読み取ることにより、タブレット上のペン位置が自動的に決定できるようになっている。本発明の概念を利用すると、タブレット表面上に1平方インチ当たり最高250,000のディジタル・コード化された座標対がコード化され、極めて高い解像度をもたらし、したがって、このシステムは手書きテキストなどの高品質図形データ入力に適したものになる。このシステムは、ペンの回転方向の変動が感知されないように、スタイラスとタブレットの間の相対的な回転変動を補償する手段を含む。

号を送る通常的手段たとえば、銅ケーブル、光ファイバ・ケーブル、または変調高周波信号により、表示システムに接続されている。

光スタイラスは、微小イメージ情報を収集してディジタル・メモリに記憶するのに使用できる。赤外光線または可視光が使用できる。その解像度は、数ミクロン程度であり、可視領域の大きさは数百ミクロンである。スタイラスは、静止することも、最高毎秒約1メートルの速度で移動することもでき、毎秒数百回新しいイメージが獲得できる。スタイラスは、検査中の表面を照射するための光源を含む。検出器が周囲光によって過負荷される恐れはまずないが、必要なら、望ましい周波数だけが検出回路を活動化するように波長選択フィルタを加えることもできる。

スタイラスは、受動ディジタル化タブレットを構成するガラスまたはプラスチックの薄い光透過性シートの表面上で使用する。シートの表面内には、X-Y位置情報を示す2進コードを表す、光検出可能パターンまたはタブレット・アドレス・

さらに、所与のサンプリング期間中に単一の位置の完全な座標対が生成されることを保証する手段が設けられている。

## E. 実施例

本発明のX-Yデータ入力システム全体は、独自の平坦なタブレットと位置入力装置またはスタイラスを含む。本発明の教示によると、このタブレットは受動的である。すなわち、コンピュータ・システムに対する電気的接続または他の直接的機能接続をもたない。スタイラスは能動的である。すなわち、機能的にシステムに接続される。本明細書で使用する用語「コンピュータ・システム」は、ディジタル位置情報を使用または消費するシステムを指し、こうしたシステムならどんなものでもよい。コンピュータ・システムは、情報の消費者以外の役割を果たさない。受動ディジタル化タブレットは、読取り可能な形でタブレットに永久に記憶されたX-Y位置情報を物理的に含んでいる。この情報は、独自の能動光スタイラスによってピックアップされる。光スタイラスは、電気信

セル(TAC)がある。これらのコードを表示表面の前面に組み込むことができ、またディジタル化タブレットを別の表面にすることもできる。光スタイラスを利用して2進コードを読み取ると、専用の論理回路またはマイクロプロセッサが、X-Y位置データを復号し、タブレット上を移動するときにスタイラスの位置を決定する。こうしたシステムは、今日利用できる低価格のディジタル化タブレットのどれよりも高い解像度とサンプリング速度を提供し、防塵タブレット、容量性タブレット、抵抗式タブレット、レーザ走査タブレット及び音響タブレットのもつ、ノイズ、浮動及び歪みの問題を示さない。

第1図を参照すると、受動タブレット1、光スタイラス10、ペンを走査制御/データ変換ユニット3に接続する通信リンク11を含む、全体的システム構成が明確に示されている。X-Yデータは、ケーブル7を介してコンピュータ表示システム4に送られ、当業者なら容易に理解するように、フレーム・バッファ入力アーキテクチャに簡単に



接続することができる。このデータは、後でスタイラスによって追跡したイメージ8の再生を含めて任意の目的に利用される。イメージ8は、タブレット上で追跡したイメージ5の表示画面上での再生の例である。

走査制御/変換電子機構については後で説明するが、簡単にいうと、個々のTACを分離する独自の面定境界を探索する制御システム電子機器を使って、スタイラスによって収集されまたは感知された全TACイメージの3段らせん形走査を行なう機構を含んでいる。こうした境界が検出されると、それを用いてタブレットに対するペンの回転方向を補償するとともに、特定の走査領域の中央に最も近い位置にある単一のTACに対する適切なデータを取り出す。

ペン10の光学的設計は、第2図に示すが、820mmまたはそれより長い放長の光源12(LEDまたはレーザ)及びCCDイメージ・ピックアップ装置14を含んでいる。目標に照射される光とそこから反射される光は、同じ経路を通る。

であり、背面に成形されている。表面を粗くすることによりキューブの反射性を低下させることが望ましい。こうすると、背面からの過度の可視反射を避けながら、コーナ・キューブ、すなわち逆反射鏡の望ましい特性、すなわち入射角=出射角がもたらされる。コード化された背面は、プラスチック材40から成形し、信号担持表面を成形(型押し)するのに使用される金風マスク(CD記録製造用語ではスタンプ)を複製するのが最も好都合である。希望する場合は、このプラスチック部分をガラス層42に貼りつけて、秀れた対摩耗性をもたらしことができる。界面からの反射を避けるために、ガラスとプラスチックの屈折率を適当に一致させる必要がある。ガラス板の厚みや屈折率を無視した議論もあるが、必要ならガラスの作用を考慮に入れるべきである。

(ペンとタブレットから構成される)実際のシステムでは、適切な信号対ノイズ比を得るために光出力要件を考慮する必要がある。6dBのS/Nが満足できるものと仮定する。もう1つの要件

それらの光線が、組込みビーム・スプリッタ18によって組み合わされ分離される。ビーム・スプリッタ18は、光源12からの入射ビームとCCD14からの入射ビームがペンの機構軸20に平行に進むように、一体式に取り付けられた45度の反射鏡18を備えている。対物レンズ22は主結像機能を実行し、レンズ24と26は、点光源、すなわちLEDまたはレーザ、及び分散結像装置、すなわちCCDに光学系を適合させるのに必要な補正を行なうようにレンズ機能を分割することが望ましい。分析では、24と26だけが存在する、すなわち、26は2f1:1結像システムを形成し、24は光線を拡散させ平行にするものと仮定する(第3図)。

第4図のタブレットは、0を表す画素コード・ビット(PCB)が、透過率が最大になるように反射防止[AR]被覆ABで処理されたタブレット基板の平坦部分AOから構成されるような構造になっていると仮定する。1を表す画素コード・ビットは、小型のコーナ・キューブABのアレイ

は、光学系の設計が、TACに含まれる画素を解像し、妥当な(傾斜の影響を受けない)焦点深度を与えることである。

まず光出力要件を考慮する。LEDは9個のTACを多少とも均一に照明しなければならず、したがって、レンズ24のイメージ距離が8mm(2f)だとして、開口を決定する。表面発光LEDを使用する場合、その光出力は等方性である。照射用レンズ24の開口数(NA)を0.5とする。したがって、LEDからの利用できる光の約25%が集められる。レンズの効率は90%と仮定する。

光はタブレットの頂面( $\times 0.86$ )に入射し、それからTACに当たる。信号のコントラストは、コーナ・キューブとARを被覆した背面による反射光出力の差による。コーナ・キューブで覆われた領域は1を表し、その間の空間は0を表すことに再度留意されたい。コーナ・キューブからの反射を幾分低下させて、タブレットを視覚的に目立つようにする(まぶしさを減らす)ことが望まし

い。次に分散効率を80%と仮定する。結像レンズ28の役目は、散乱光を集めて、そのパターンを受光体アレイ上に結像させることである。

CCD14を使用するが、適切な前置増幅器を備えた光ダイオード50の統合アレイが実用的である(第5図参照)。そのアレイには、マトリックス・スイッチを介して照会しなければならない。低い強度では、エミッタによってもたらされる逆光ダイオード・バイアスで十分であるが、そうではない場合は、追加のダイオードを用いてバイアスを高めなければならない。バイアスは、運送する最も強い周囲光で飽和が起らないようにするのに十分な大きさでなければならない。光前置増幅器フロント・エンドも、角度を垂直から離れて増大させる(表面を荒くする)ために戻り信号の低下を処理するのに十分なダイナミック・レンジ(aggに必要)をもたなければならない。適切な回路パラメータは、当業者にはよく知られている。

2fまたは1:1結像システムは、妥当な画素

る。

$$\begin{array}{l} \text{損失} = 0.25 \times 0.9 \times 0.98 \times \\ \quad \quad \quad \text{NA} \quad \quad \text{レンズ24} \quad \text{ガラス} \\ 0.8 \times 0.98 \times 0.75 \times \\ \quad \quad \quad \text{散乱} \quad \quad \text{ガラス} \quad \quad \text{28を含む} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \text{収束損失} \\ 0.98^2 \times 0.25 = 0.025 \\ \quad \quad \quad \text{スプリッタ・} \quad \text{50/50} \\ \quad \quad \quad \text{ガラス} \quad \quad \text{スプリッタ損失} \end{array}$$

上記の損失は、光検出器アレイに入射する全出力を考慮したものである。TACビット当り1個の光検出器要素があると仮定すると、個々の要素上の出力は $P_i / \text{要素数} \times \eta$ である。係数 $\eta$ は、光アレイの総面積に対する、実際に光感知要素で充填されている面積の百分率である。この係数は、接続などの補助装置が占める空間の量に応じて、0.1から0.5の範囲である。以下の説明では、TAC当り48コード・ドットと仮定し、可視域が9個のTACを覆い、 $\eta$ は0.5であると仮定する。したがって、

サイズを与え、容易に現在の集積回路技術と互換性をもつ好都合な寸法をもつ。後で述べるように、 $1/36$ という比較的低いNAを選択した。通常の光ダイオードが9ミクロンの範囲になるように、CCD解像度をターゲットの2倍とする。離散光検出器システムを選んだ場合、後者の解像度を適切な回復アルゴリズムと結合されたターゲットの解像度と等しくすることが望ましい。通常の結像状況では、開口数が小さい場合の光出力の損失は非常に大きい( $1/NA^2$ にほぼ比例する)が、本システムでは、入射光がほぼ平行になり、コーナ・キューブがこの平行性を維持するので、ほぼすべての光が集められ、光効率の極めて高いシステムをもたらす。収束損失は0.75と仮定される。

光学的連鎖の概要を述べたが、ここで光検出器要素に入射する出力を推定し、光前置増幅器の入力端に存在する等価熱ノイズ出力と比較することができる。システム損失は、レンズ24、パネル(タブレット)及びレンズ26からの寄与からな

$$P_{d,1} = P_{IN} \times \text{Loss} \times P_d$$

$$= P_{IN} \times 0.025 \times \frac{1}{49} \times \frac{1}{9} \times 0.5 = P_{IN} \times 2.8 \times 10^{-5}$$

これで、これが回路の速度要件と互換性があるかどうかを推定することが可能になる(速度が大きいことは、光検出器の帯域幅がより大きく、したがって許容される入力ノイズ出力またはノイズ等価出力NEPがより大きいことを意味する)。

入力帯域幅は、以下のようにして求めることができる。ペンは1m/秒であり、1TACサイクルは長さ38μである。

$$T = \text{サイクル当りの時間} = \frac{38 \mu}{1 \text{ m/秒}} = 38 \text{ マイクロ秒}$$

対応する周波数は次のようになる。

$$\frac{1}{T} = 27 \text{ kHz}$$

NEPを求めるには、第5図に示すような光フロント・エンドを仮定する。この検出器は、テキサス・インスツルメンツ社のTIEF-152などのトランスクンダクタンス増幅器を適切な低雑音PINダイオードと結合したものである。たと

例えば100KΩのより大きいフィードバック抵抗器も、帯域幅がより低いので使用できる。この値だと、等価ノイズ電流は約 $0.32 \text{ pA} / \sqrt{\text{Hz}}$ となる。

HP4207PINダイオードの量子効率 $\eta$ は、 $1000 \text{ nm}$ で約 $0.2 \mu\text{A} / \mu\text{W}$ 、または $1 \text{ Hz}$ の帯域幅で

$$I_{\text{photo}} = \eta P_{\text{opt}} \\ P_{\text{opt}} = \frac{I_{\text{photo}}}{\eta} = \frac{0.32 \text{ pA}}{200 \text{ pA} / \mu\text{W}} = \frac{0.32}{200} \mu\text{W} = 1.6 \text{ pW}$$

である。必要とされる $27 \text{ kHz}$ の帯域幅での等価ノイズ出力は次のようになる

$$1.6 \text{ pW} \times \sqrt{27} \times 10^3 = 262 \text{ pW}$$

または、S/N比が $6 \text{ dB}$ の場合、 $0.52 \mu\text{W}$ である。これを $2.8 \times 10^{-5}$ の出力損失と組み合わせると、適切なS/Nを得るために $14.7 \text{ mW}$ が必要となることがわかる。この出力の量は、市販のLEDまたはレーザーによって容易に供給できる。偏光ビーム・スプリッタと四分の一波長板の組合せを使うことにより、このシステムの光効

率を2倍に改良することができる。本発明では、入射光が偏光されないので、4という通常の利得が得られない。

上記の説明では連続する照射を仮定したことに留意されたい。実際の使用では、タブレット・システムは全体として毎秒数百サンプルしか生成する必要がない。TACイメージは $38 \text{ マイクロ秒}$ 以内に捕捉されるので、平均光出力が $3 \text{ mW}$ 未満の場合は、光源のデューティ・サイクルの控え目な推定値は $20\%$ である。

光学系を設計する際にいくつかの競合する事実を考慮に入れた。最適の場合、ペンは、

- 1) できるだけ薄くなければならない
- 2) 傾斜に対する許容性が最大である
- 3) タブレット上の埃、きず、層に対して大きな許容性を示す
- 4) できるだけ安価でなければならない。

入射光と戻り反射光が同じ光路を通る設計では、ビーム・スプリッタをもつ光学系が必要である。本発明の好ましい実施例では、ビーム・スプリッ

タと各経路のレンズの1つが一体化されて光学用プラスチックに成形された光経路が設けられる。 $45$ 度の表面は被覆され、組み合わせると、ビーム・スプリッタを形成する。これは条件(4)を満足させる。不完全さに対する許容性は開口値(NA)の高いシステムで得られるが、焦点深度は、NAが増加するとともに減少し、開口の小さなシステムの方が有利になるので、条件(2)と(3)は、競合する。必要な解像度は波長よりかなり大きいので、NAは解像度を制限しない。決定的基準として傾きを使用する。その場合、TACビット・パターンを解像するため、最小のNAを選択する。ビット・パターンの最小の解像可能要素は、ドット間隔なので、解像度は次のようになる。

$$36 \mu = \frac{\lambda}{2} \times \frac{1}{\text{NA}} \\ \text{NA} = \frac{1}{72}$$

波長を $1000 \text{ nm}$ と仮定する。(照明波長は $820 \text{ nm}$ と $1000 \text{ nm}$ の間になり、前者の値が

GaAlAs LEDで共通の波長である。後者の波長は、可視波長から離れているので、逆反射防止被覆の設計にはより好都合である)

与えられた解像度基準では、ピーク間に約 $3 \text{ dB}$ のディップしかない。NAを2倍にすると、コントラストは2倍以上になり、少なくとも $6 \text{ dB}$ 識別を与える。したがって、 $1/36$ のNAを選択した。空気中での焦点深度 $\Delta Z$ は、次式で与える。

$$\text{解像度 } R = \frac{\lambda}{2} \times \frac{1}{\text{NA}} = \frac{1 \mu}{2} \times 36 = 18 \mu$$

$$\text{焦点深度 } \Delta Z = \frac{R}{2} \times \frac{1}{\text{NA}} = \frac{18 \mu}{2} \times 36 = 0.3 \text{ mm}$$

焦点長さ $4 \text{ mm}$ の2f結像システムでは、これは $5.7$ 度の角度範囲に対応する。角度範囲を拡大する方法は2つある。1つは、解像度要件を減少させるもので、より低いNA、したがってより大きな焦点深度が可能となる。もう1つの方法は、焦点サーボを組み入れるものである。たとえば、 $45$ 度の角度範囲の要件は、結像システムの焦点Z寸法が合計で、 $2.5 \text{ mm}$ のパネルにおいて垂直入射から $45$ 度入射に移行する際の見かけの経

路長の変化である1.55mmだけ変化できるといものである。親ねじと直流モータまたはステッパ・モータに基づく焦点合せ機構が、CCD14を必要な量だけ移動させる。エラー信号は、最大の信号（鏡面反射）を探るように配線されたリング形の光検出器（第2図）によって生成される。この信号は傾斜角の範囲に直接変換できる。

焦点長の選択は、（プラスチック）レンズ製造上の便宜、妥当な許容幅、ターゲットからの妥当な間隔、及び所期の拡大率によって決まる。CCDまたは光検出器アレイは容易に製造可能であり、したがって、TACの要素にはほぼ等しい比較的大きな光検出器をもつと仮定する。これには、1:1の結像システムが必要であり、ターゲットとイメージの間の距離は2fとなる。4mmの焦点距離を選んだが、これは $n=1.5$ 、厚さ2.5mmのパネルで4.25mmの妥当なレンズ・タブレット間隔を与える。

1:1システムを用いると光検出器アレイの大きさが固定される。それは3×3TACアレイ

ができる。使用する2進コードは回転冗長性がないので、タブレットの動作はスタイラスの回転から独立している。少なくとも透明オーバーレイ・ディジタルライザとして実施するには、タブレット全体にわたって均一なグレイ度を維持することが望ましい。これは、ちょうどまたはほぼ半分のゼロと半分の1をもつ2進コードを使ってのみ実施でき、すべてのTACが同じ量の可視光を通過させる。これを行なうために2進コードで必要な余分のビットの数は過剰にならない。

最後に、いくつかの周知の技術のいずれかを用いてエラー訂正のための追加ビットを追加することが可能である。

2進コード化を行なう方法は多数あるが、本明細書に記載する好ましい実施例は、望ましい特性をもち、単純な高速ハードウェアとマイクロコンピュータで実行される記憶プログラム・ステップにより、コンピュータで使用できる自然2進コードに変換できるコードの1例にすぎない。この例では特定の数を使用するが、この方式は容易に一

（各TACはそれぞれ7×7ビット）を結像し、ほぼ0.75mmの線部寸法をもたなければならない。前に考察したように $NA=0.5$ の場合、レンズ22の焦点距離は0.58mで、直径は1mmとなる。LEDを焦点に置き、その結果、レンズの直径と同じ直径1mmの多少とも平行な光線が作成される。この系の光効率、より大きなレンズを選択すると幾分向上するが、ペンがより厚くなる。

タブレットの能動領域は、タブレット・アドレス・セル（TAC）（第8図）と呼ばれる正方形のマトリックスに分割される。TACは、以下の考察で述べるように、ディジタル・コード化されたX、Y位置情報を含む。

各TACは位置のアレイに分割され、各位置はコード化ドットを含むことも含まないこともある。したがって、各TACはドットによって形成される2進コードによって識別される。各TACのコーナはより大きなドットでマークされており、それによって結像機構はTACの線部を決定すること

般化できる。

TACサイズが49ドット位置（第7図）の7×7アレイに分割されていると仮定する。各TACで、4つのコーナ・ドット位置（及び隣接TACのコーナ・ドット間の白い空間）が常に充填されて、大きなコーナ・マーカーをもたらし。TACの中心にあるドットは使用されない。残りの44個のドットは、TACの4つの象限にある、それぞれ11ドットから成る4つのグループとして解釈される。これらの象限は、左上、右上、左下、右下の象限で、それぞれX TACアドレスの高位の半分、Xの低位の半分、Y TACアドレスの高位の半分、及び低位の半分をコード化するのに使用される。この構成により、必ずしも1つのTAC内に存在しない、任意の4つの隣接TAC象限からTACアドレスを決定することが可能となる。このことを利用して、光スタイラスの視野の大きさに関する要件を軽減することができるが、本明細書に記載する実施例では使用されない。

11ビットのビット列を用いる場合、5つの

"1"ビットをもつちょうど482個のパターンと、8つの"1"ビットをもつ482個のパターンがある。この説明では、それらを5-1コード及び8-1コードと呼ぶ。各TACの4つのセル内で、1つのコード・グループ(5-1または8-1)からの3つのコードと、他のグループからの1つのコードを使用する。異なるコード・グループは常に左上の象限にある。こうすると、TACの左上コーナが常に決定できるので、必要な回転独立性が与えられる。隣接TACは交互に、左上の象限に5-1コード及び8-1コードをもち、タブレットのどの小さな領域でも、"1"と"0"の均衡を保つ。このコード化方式は精巧なエラー・コード化を含まないが、簡単なエラー検出機能を示す。すべての有効なTACは(コーナ・ドットを除いて)21または23個の1をもち、TAC内で検査可能な特別の形で編成されている。

このコード化方式によって表せる固有のTACアドレスの数は、482の4乗、すなわち約450億である。これは通常の実際のタブレットに必

要なアドレスの数の数千倍なので、このコード化方式でより多くのエラー回復冗長性を追加することが可能である。

スタイラスの光検出器に入射するイメージの処理は、いくつかの段階にわけて記載できる。

第1に、光検出器からの信号を短時間にわたって積分し、及びレベルしきい値判定技術を用いてスタイラスの視野内の各画素のオン・オフを決定することにより、イメージをディジタル・メモリに記憶する。しきい値判定回路の処理ウィンドウを適切な動作点に移動させるためのAGC(自動利得制御)が含まれる。これは、光検出器の視野の平均輝度を用いて利得制御回路を調整することによって行なう。こうして、タブレットの小さな領域の2段ディジタル・イメージが得られる。

次に、イメージの中心に最も近い2つのTACコーナ・ドット80の位置を、イメージの中心から開始するらせん形探索によって決定する(第8図及び第12図)。こうした2つのコーナ・ドットの位置と間隔を使って、イメージの中心を含む

TACの他の2つのコーナ・ドットの位置の1次近似を得る。この近似は、単に、2つのコーナ・ドットのそれぞれから、その2つのドットを結合する線に対して垂直に、視野の中心に向かう方向にその2つのドット間の間隔に等しい距離だけオフセットする、すなわち正方形を完成することである。コーナ80の近似から始めて、もう2つのらせん形探索を行なって、第3と第4のコーナ・ドット82と84の位置を正確に決定する(第9図及び第13図)。

4つの中心コーナ・ドットで囲まれたTACイメージを、第14図に示す手順により、TAC(第10図)中のドット位置の数に対応する均一な形で格子化する。これらの格子線の交点付近の領域内の画素を読み取ることにより、コード・ドットが存在したかどうかを決定し、最終的にTACからのビット列を得る。

ビット列は4つのセグメントに区分され、左上コーナに対応するセグメントの位置によって、それが必要とされた場合は、再配列する。各セグメ

ントは、ルックアップ・テーブルを引いてTACコード・ビットを自然な2進カウンタ列のTACアドレス・ビットに変換する、すなわちタブレットで使用されるDC均衡2進コードからコンピュータ・システムで使用できる2の補数形式に変換するために使用する。この手順を第15図に示す。

スタイラスの視野の中心は、サンプリングされるときはスタイラスの実際の位置(視差を除く)に対応する。この点は、ディジタル化イメージの中心に対応する。イメージの中心から獲得されたTACの中心までの真の2次元距離は、格子線内にイメージ中心を置くことにより(スタイラスの光学系の精度及び光検出器アレイの解像度の範囲内で)容易に決定できる。このオフセットをTACアドレスに代数的に加えると、スタイラス位置の最終タブレット読取り値が得られる。

イメージ信号の積分、しきい値判定、及びRAMへの転送は、ハードウェアで実行される。コーナ・ドットのらせん形探索を実行する特別の検査増分反復ハードウェアは、周知の回路から製造で

きる。この2つのステップは、現在利用できるディジタル論理技術を用いて約4ミリ秒(推定)で実現できる。RAMイメージを2進ディジタル化読取り値に変換するステップが、ソフトウェアでもう約4ミリ秒で実行でき、毎秒125点のサンプリング速度をもたらす。より高いサンプリング速度が必要な場合、2つのRAMイメージ・バッファを交互に使用でき、ソフトウェア処理をイメージ獲得及びコーナ・ドット配置と並行して、たとえば毎秒250点のサンプリング速度で実行できる。こうした数字はすべて推定値であり、使用する特定のRAM装置とマイクロプロセッサによって変わるが、今日利用できる構成要素と調和したものである。

TAC形状の透視歪みを分析することにより、スタイラスの傾斜角度(ある種の応用例では有用となる可能性のある情報)を決定することも可能である。それより重要なことであるが、この角度とタブレット材料の屈折率の知識を用いて、視差からのオフセットを補正することができる。これ

はユーザが感じる視差の問題に対処するものではなく、スタイラス光結像システムに見える視差の問題に対処するものにすぎないことに留意されたい。ユーザの視差は、タブレットの厚みと、表示装置を使用している場合はそれとの距離の関数である。タブレットの厚みは、この問題に関してほぼ無視できる(1インチの数千分の一)ようにすることができる。

接点検出問題は、エラー検出/エラー訂正方式の副産物として解決できる。無効コードが読み取られると、コンピュータ・システムはスタイラスがタブレットに接触していないと見なす。タブレットからスタイラスをわずかな距離(たとえば、下記の例では約1mm)だけ持ち上げることによるイメージの焦点のずれが、こうしたエラーを引き起こす。コンピュータ・システムは、適用例に応じて、1つまたは複数のエラーが検出されてからペン・リフト条件を示すようにプログラミングすることができる。

タブレット自体は完全に受動的なので、このデ

ジタルライザは、そのタブレットをどんな表面上にも置くことができるという利点を提供する。さらに、複数のタブレットを、コンピュータ表示装置上、デスク・トップ、作図ボード上など、作業環境中の都合のよい場所に置くことができる。すべて同じ単一のスタイラスで読み取ることができる。追加のコーディングをタブレットに入れて、コンピュータ・システムが様々なタブレットを区別できるようにすることも可能である。

第11図は、本発明の受動ディジタル化タブレット及びスタイラス・システムを基本的に要約したものである。この図は、ピックアップ・スタイラスからコンピュータ・システム・インタフェースへの情報の流れを示している。

ブロック1は、タブレットを照射するペン光源を示す。ブロック2は、タブレットの複数のTAC領域を連続して「撮影」できる、スタイラスに接続された光ピックアップ及び結像手段を示す。この連続「写真」が、スイッチ3によって定期的にサンプリングされて、連続イメージがサンプリ

ング手段4に記憶される。サンプリング手段4では、各「写真」のデータがブロック5と6によって処理されて、先に述べたように連続X-Y2進データ座標対を生成する。

ブロック5は、主題のTACの4つのコーナ・ドットのらせん形探索を実行し、メモリ内でのTACの方向を決定する。それにより、ブロック6の論理は、メモリに記憶されたコード化X-Yデータを取り出して、それを(第15図に関して説明するように)座標データの望ましいデータ形式に変換することができる。このデータは、コンピュータ・システムに転送されて、表示または他の所期の目的のためにX-Y入力データとして使用される。

第12図、第13図及び第14図の流れ図の以下のテーブル形式の説明は、第8図、第9図及び第10図にそれぞれ図として示されている、第1図のブロック3内に列挙されている動作を実行する、「最良モードの」アルゴリズムを詳しく示したものである。それらの機能は、当業者には容易

に理解できるように、ソフトウェアまたは特別のハードウェア論理によって実行できる。適切な2次元ビデオ・メモリは、スタイラスによって取られたタブレットの必要な「写真」を保持するもので、専用メモリまたはコンピュータ・システム・メモリでよい。第12図ないし第15図の動作は、当然、下記の説明からよく理解できるように、このメモリ内で実行される。

第12図の「TACコーナ探索」手順を実行するブロックの説明

ブロック1. イメージ空間の中心から始めてらせん形探索(第12b図参照)を実行し、2つのTACコーナ形状を探す。

ブロック2. 2つのコーナ形状が見つかったか検査する。見つかった場合は、位置をセーブしてブロック3に進む。そうでない場合は、コーナの探索は失敗し、ブロック9イメージ探索失敗に進む。

ブロック3. イメージ空間の中心画素を含むTACの境界を定める残りの2つのTACコーナの

位置を予想する。この予想は、イメージ空間で見つかった最初の2つのTACコーナの間に引いた線の方角、長さ、相対位置を記録して、残りの2つのTACのコーナの可能な位置を予測するだけである。この予測は、完全に正確である必要はなく、低価格でテーブル駆動できる。ブロック4に進む。

ブロック4. 第1の予測TACコーナを探索する。ブロック5に進む。

ブロック5. コーナが見つからない場合は、ブロック9TACコーナ探索失敗に進む。見つかった場合は、位置をセーブしてブロック8に進む。

ブロック6. 第2の予測TACコーナを探索する。ブロック7に進む。

ブロック7. コーナが見つからない場合は、ブロック9TACコーナ探索失敗に進む。見つかった場合は、ブロック8に進み、位置をセーブする。

ブロック8. 4つのTACコーナがすべて見つかり、処理を続ける。

ブロック9. 4つのTACコーナが見つからない

いと、TAC獲得に失敗し、次のサンプル点に進む。

第13図の「らせん形探索」手順を実行するブロックの説明

ブロック1. らせん形探索を開始する。開始イメージ空間位置(X, Y)を指定し、見つけるべきTACコーナ形状の所期の数も指定する。

ブロック2. 現位置(X, Y)の2段画素がオン状態(反射タブレット形状が存在する)であるかどうか検査する。この画素がオンである場合、コーナ検査(ブロック3)を始める。そうでない場合は、現探索経路に沿って次の画素に進む(ブロック6)。

ブロック3. このオン状態の画素をTACコーナ形状に属する画素として識別しようと試みる(その後の処理については第14図を参照のこと)。画素がコーナ形状内にある場合は、ブロック4に進み、ない場合は、現探索経路に沿って次の画素に進む(ブロック6)。

ブロック4. 現画素がコーナ形状に属し、イメー

ジ空間内の(ブロック3から)計算されたコーナ位置を記録して、これまでに見つかったコーナの数を増分する。所期の数のコーナが見つかったかどうかを調べるためにブロック5に進む。

ブロック5. 所期の数のTACコーナ形状が見つかったかどうか検査して調べる。見つかった場合は、ルーチンから出て、見つかったコーナの数とイメージ空間座標におけるそれらの中心位置を戻す(ブロック11)。

ブロック6. 現位置から、現経路に沿った、任意の潜在的コーナ形状を越えないある位置に、画素検査位置を増分する。この距離は、(すべての妥当なスタイラス入射角が与えられているものとして)すべての探索で一定であり、コーナ形状が広がる最小数の画素単位長に等しくなる。ブロック7に進む。

ブロック7. 新しい画素検査位置が、定義されたイメージ座標空間の外にあるかどうか検査して調べる。外にある場合は、探索は失敗し、ブロック11に進み、見つかったコーナ形状の数を戻す。

画素が定義されたイメージ空間内にある場合は、ブロック8に進む。

ブロック8. 現経路に沿った探索の軌道が完了したかどうか検査する。定義により、各探索経路の長さは、その探索がその初期開始位置から進むにつれて増大する。現経路の長さとは後続の探索軌道上でのこうした長さの増分量は、探索手順状態情報の一部分である。各経路の増分量は、すべての探索で一定であり、ブロック8の記述(上記)で参照されたものと同じ寸法に關係する。現軌道が終わると、経路軌道の方向を変える(ブロック9に進む)。現経路に沿って探索が続く場合は、ブロック2に進み、再びコーナ形状を探索する。

ブロック9. イメージ空間上の探索経路方向を変更し、新しい経路長を調節する。ブロック10に進む。

ブロック10. 新しい経路方向に沿って現画素テキスト位置を、経路コーナから離れた重要な形状距離に調節する。ブロック2に戻って、コーナ形状の有無の検査を継続する。

中央から、元の間隔から対角線方向に1画素進める。この対角線方向は、ブロック4で取った方向と逆である。ブロック7に進む。

ブロック7. 新しい位置の画素がオンであるかどうか検査する。イエスの場合は、ブロック8に進む。ノーの場合は、ブロック8に進む。

ブロック8. 上記で検出された水平及び垂直「オン」画素スパンが与えられると、検出された形状がTACコーナ・ドット寸法基準に合うのに十分な大きさかどうか判定する。イエスの場合は、ブロック9に進む。ノーの場合は、コーナ形状が存在せず戻る。

ブロック9. コーナ形状の中心を計算し、コーナ形状が存在し戻る。

第15図は、ビデオ・プログラム・メモリに現在記憶されている獲得TACデータを本システムによって生成される最終的な2進コード化X-Y座標対に変換する最終ステップの流れ図を含む。

第15図の手順が活動状態になる前に、第12図、第13図、第14図の処理手順はすべて完了

ブロック11. らせん形探索から出て、見つかったコーナ形状がある場合、その数とそれらのイメージ空間位置を戻す。

第14図の「コーナ検出」手順を実行するブロックの説明

ブロック1. 現(x, y)画素位置1の画素を現経路に沿って進める。

ブロック2. 新しい位置の画素がオンであるかどうか検査する。イエスの場合は、ブロック1に進む。ノーの場合は、ブロック3に進む。

ブロック3. 経路に沿った「オン」画素スパンの始めと終りが記録された。この間隔の中央を計算する。ブロック4に進む。

ブロック4. ブロック3で誘導された空間の中央から、元のスパンから対角線方向に1画素進める。ブロック5に進む。

ブロック5. 新しい位置の画素がオンであるかどうか検査する。イエスの場合は、ブロック4に進む。ノーの場合は、ブロック8に進む。

ブロック8. ブロック3で誘導されたスパンの

し、システムは処理中のTACの4つのコーナ・ドットの正確な座標をメモリ中にもっている。これらのドットは、第10図に示すように、「格子化正方形」に処理を限定する。TACの縁部の傾斜も決定され、それによってブロック1の手順がTACのコード化2進内容にアクセスを開始できるようになる。ブロック1は、ブレーゼンハム線引きアルゴリズムを使って、メモリ中のTACデータからこのデータを生成する。この周知のアルゴリズムの参照文献は、J. E. ブレーゼンハム(Bresenham)の論文「ディジタル作図装置のコンピュータ制御用アルゴリズム」IBMシステム・ジャーナル、Vol. 14、No. 1(1965年)、pp. 25-30である。これは、IBM T. J. ワトソン研究センター図書館、米国10598ニューヨーク州ヨークタウン・ハイツから取り寄せることができる。

ブロック2で、ブロック1で作成された2進データが、第7図に示すように、4つの象限ビットグループにフォーマットされる。第7図は、タブレッ



ト上のTACのX-Yアドレス全体の高位及び低位アドレス・セグメントを表す。

ブロック3では、(高位Xアドレスである)左上の象限グループが、前に述べたように、TACの他の3つの象限とは異なる数(それより大または小)の"1"をもつものとして識別される。

次に、ブロック4に進み、左上の象限から始めて各象限のビット列が、周知のテーブル・ルックアップ手順により、後でコンピュータで使用するための望ましい2進フォーマットに変更される。たとえば、各象限コード・グループがルック・アップされて、その結果得られるコード化XまたはYアドレスが読み出される。このブロックの出力は、X高、X低、Y高及びY低に対応する4つの2進値を含む。

ブロック5で、こうした4つのデータ・アドレス・セグメントを連結し、それらをコンピュータ・システムに転送し、実際に、スタイラス・タブレット・システムに現手順が終了したことを通知する。この時点で、第12図から始まる手順全体が、必

要な回数だけ繰り返される。

#### 特定の実施例

本明細書で開示したシステムの動作の例を提供するため、同期のディジタイザ解像度を50ミクロン、タブレット・サイズを1×1mと仮定する。250×250ミクロンのTACサイズを用いると、タブレット上に1800万個のTACが得られる。これには24ビットをコード化する必要がある。回転冗長性を取り除くにはさらに2ビットが必要である。3ビットを追加すると、上記の「1が半分」の特性がもたらされる。より大きなコーナ・ドットに2×2ドット空間を割り振る場合は、各TACからの4コード・ドットを要し、7×7ドット・アレイを使用する場合は(たかさんの)エラー訂正用に18ドットが残される。こうすると、ドット間隔が38ミクロンとなる。ドット直径が24ミクロン、ドット間の最も狭い「ホワイト空間」が12ミクロンの場合にそのように構成することができる。こうした形状サイズは、容易に獲得でき、安価な光検出器とレンズで赤外

波長で識別できる。毎秒1mのスタイラス速度でのイメージ獲得時間は、約24マイクロ秒となる(スタイラスはその時間にドット間隔の2/3だけ動く)。これも、今日利用できる安価な技術で実現できる。光解像度はドット間隔程度なので、50ミクロンの図が得られることになる。これは約500/インチの(線形)タブレット読取り解像度と精度をもたらす。

コード(TAC)が、周知の技術である様々な方法でタブレットに入力することができる。フォトリソグラフィを使って、マスクを作成し、そのマスクを使ってガラスまたはプラスチック基板上に不透明または半分不透明の材料を置くことができる。また、「CD」製造に類似したそれに基づく技術を使って、パターンを構成する穴をプラスチック層中に打ち抜く際に使用するマスクを作成することができる。後でそれをタブレット表面になる他の滑らかな透明層で保護する。積層/エッチング手順の重要な要件は、それが、必要なデータ密度の光学的に読取り可能な(好ましくは視野

の定義用のレーザ)2進コードを作成できることである。透過率、反射率等の変化に応じて"1"を"0"から区別することができる。

本発明の好ましい実施例について説明してきたが、本発明の範囲から逸脱することなく、当業者なら、形式と細部に多くの変更を加えることができることは明らかである。

先に述べたように、CD技術以外の異なる多くの方法を使って、タブレットのX-Y座標データ対を実際にコード化することができる。さらに、個々のTACが使用する関連のデータ獲得/変換手段によって容易に識別できる限り、TACのフォーマットを変えることもできる。また走査及び変換アルゴリズムの詳細も、当業者なら変更することができる。たとえば、方向が決まったまたは回転が制約されたペンを使用する場合、コーナ・ドットの位置を決定してTACの方向を決定する走査アルゴリズムを単純化し、さらにはなくすこともできる。上記その他の変更は当業者には自明である。

# F. 発明の効果

本発明により、光学式スタイラス及び受動ディジタル化タブレットを含む表示システム、コンピュータなどのデータ入力機構が提供される。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は、従来のビデオ表示システムに結合された本発明のスタイラス・タブレットX-Yディジタル・データ入力システム全体の構成図である。

第2図は、本発明の光学式スタイラスの好ましい実施例の内部構造の断面図である。

第3図は、第2図のスタイラスのピックアップ・システムの折り畳まれた光路を示す図である。

第4図は、座標コードの個々のコード化ビットが前記タブレット表面上にどう記録されるかを示す、本発明の受動ディジタル化タブレット表面の小区画の断面図である。

第5図は、第2図の光検出器14の組込み光検出前置回路の概略図である。

第6図は、TACが16個の場合の典型的なコード化を示す、受動タブレット表面の拡大部分を示す図である。

第7図は、単一タブレット・アドレス・セル(TAC)内のデータ編成を示す構成図である。

第8図と第9図は、完全なTACセルを見つけてアクセスするための本発明の走査制御機構によって実行される、第1、第2及び第3のらせん形探索の生成の構成図である。

第10図は、単一TACの完全なX-Y座標対を読み出してコンピュータ・システムに供給することのできる、走査制御機構の最終ステップを示す構成図である。

第11図は、光ピックアップから現在のスタイラス位置のX-Y座標を表す最終2進コードへのシステム全体の高レベル情報流れ及びデータ処理を示す図である。

第12図は、「TACコーナ探索」手順を記述する流れ図である。

第13図は、「らせん形探索」手順を記述する流れ図である。

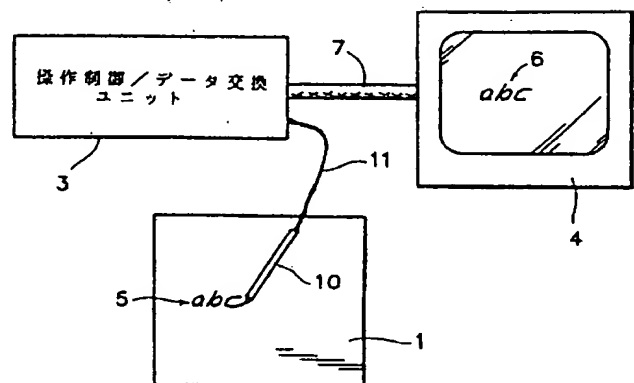
第14図は、「コーナ欠陥」手順を記述する流れ図である。

第15図は、コンピュータ・システムに後で入力される各TACの最終X-Y座標コード読取りを生成するアルゴリズムの高レベル流れ図である。

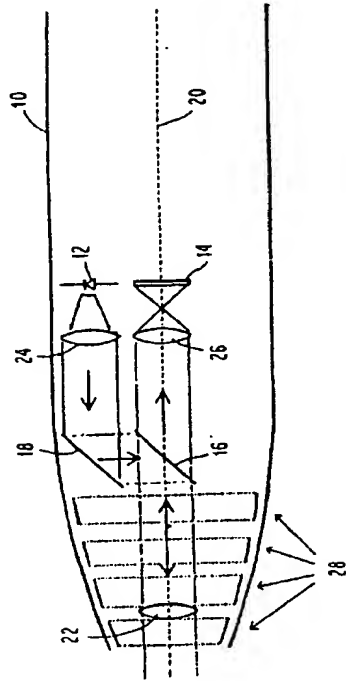
1・・・タブレット、3・・・走査制御/データ変換ユニット、4・・・表示システム、7・・・ケーブル、10・・・光スタイラス、11・・・通信リンク、12・・・光源(LEDまたはレーザー)、14・・・CCDイメージ・ピックアップ装置、16・・・ビーム・スプリッタ、18・・・反射鏡、22、24、26・・・レンズ。

出願人 インターナショナル・ビジネス・マシーンス・コーポレーション  
代理人 弁理士 山 本 仁 朗  
(外1名)

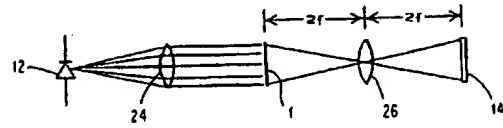
第1図



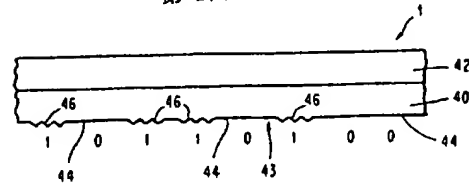
第2図



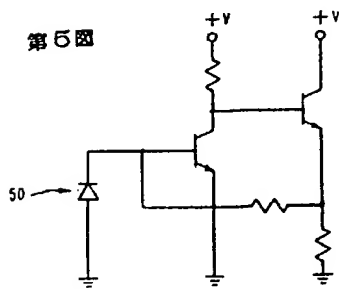
第3図



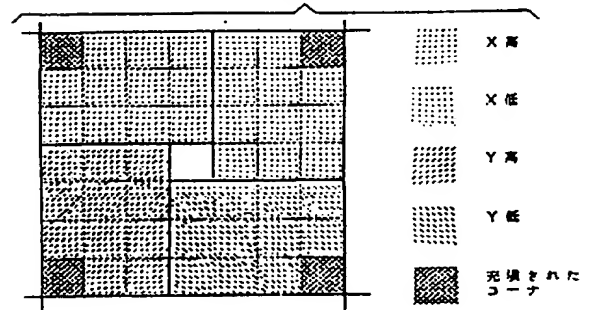
第4図



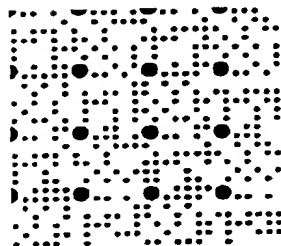
第5図



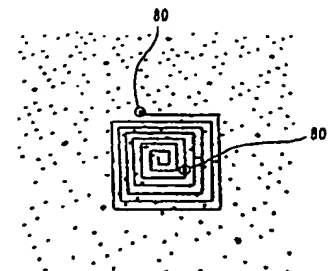
第7図



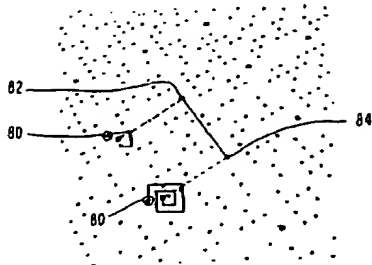
第6図



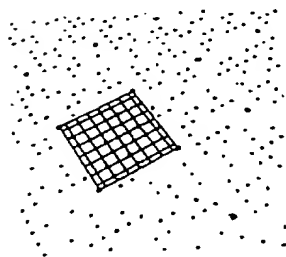
第8図



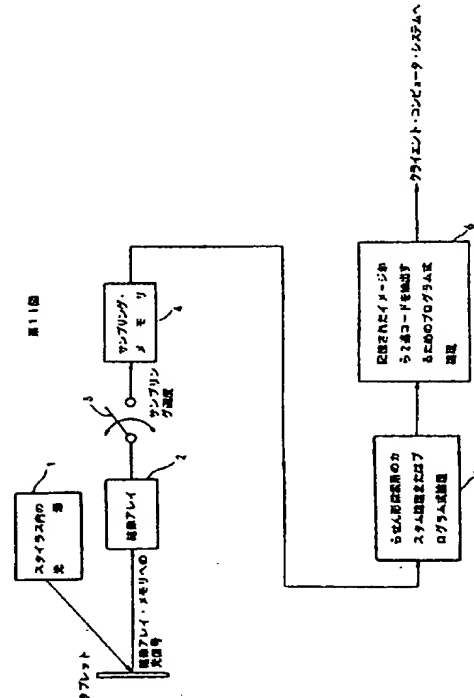
第9回



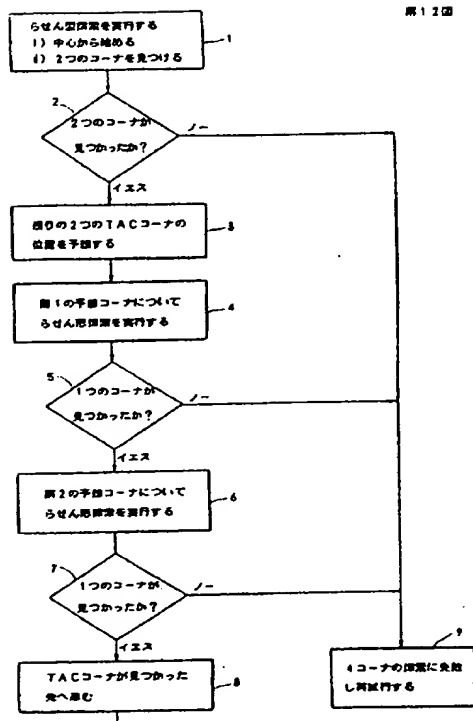
第 10 圖



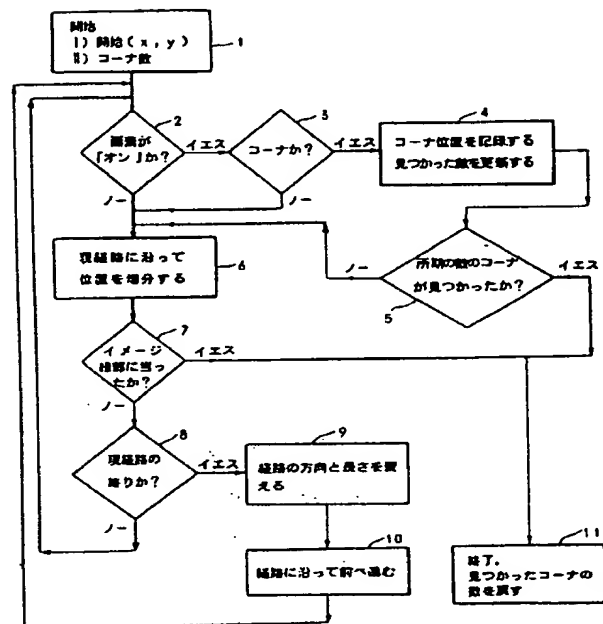
四、廣



第 1 2 回



第 13 圖



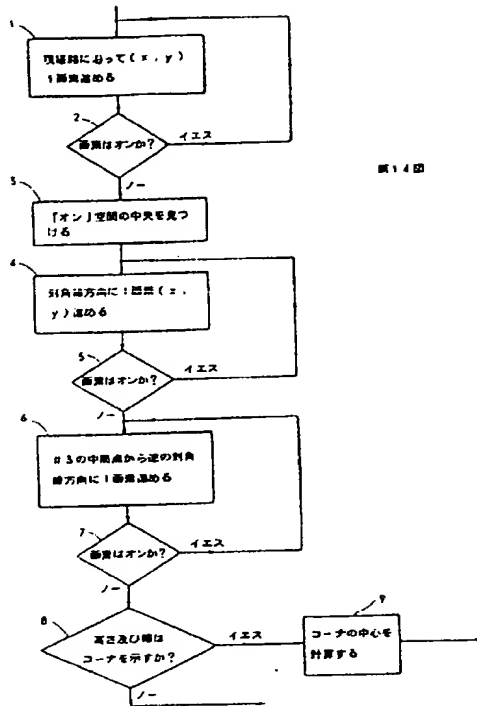
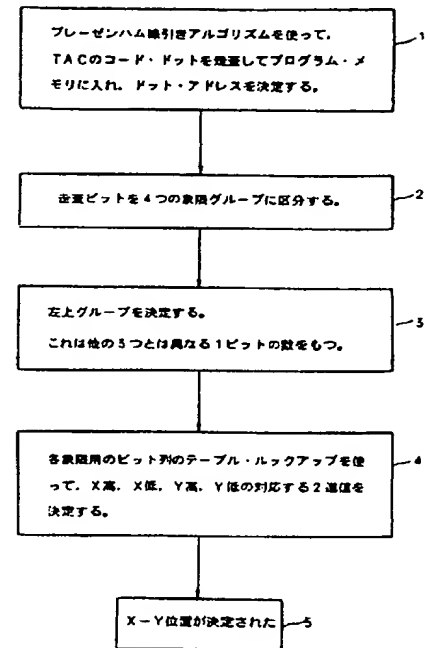


図15図



第1頁の続き

⑦発明者 アンソニー・ロビン・デービス  
 ⑦発明者 カール・フレッドリック・イツゾールド  
 ⑦発明者 トッド・カナー・ロットジャーズ

イギリス国ハンプシャー、ラムズイ、アンブフィールド、ザ・ストライト・マイル、シールズSTEIN (番地なし)  
 アメリカ合衆国ニューヨーク州ブライアクリーフ・マナー、プレゼントヴィレ・ロード526番地  
 アメリカ合衆国ニューヨーク州チャバツク、オーチャード・リッジ・ロード73番地